Pêches et Océans Canada | Fisheries and Ocean Canada
Sciences | Science
Région du Pacifique
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2011/051

ÉVALUATION DU STOCK DE MORUES-LINGUES (*OPHIODON ELONGATUS*) ET AVIS SUR LE RENDEMENT DU STOCK DANS LES EAUX EXTÉRIEURES DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE

Hart, 1973

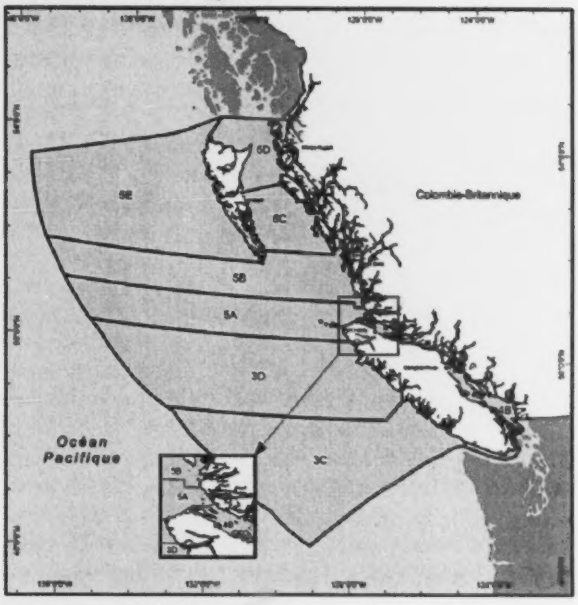

Figure 1. Carte des zones de gestion du poisson de fond qui sont utilisées pour délimiter quatre zones d'évaluation du stock de morues-lingues dans les eaux extérieures de la Colombie Britannique (zone 3C, zone 3D, zones 5AB, zones 5CDE)

Contexte

La morue-lingue (Ophiodon elongatus) représente une proportion importante des prises dans les pêches commerciales et sportives au poisson de fond au large de la Colombie-Britannique, au Canada. L'espèce est principalement exploitée par chalutage, mais également par la pêche à la ligne, y compris la palangrotte, la palangre et la ligne traînante. Elle affiche une longue histoire d'exploitation à des fins alimentaires, qui a débuté chez les Premières nations il y a 5 000 ans, et l'on sait qu'elle a été pêchée par les premiers colons dans les eaux côtières qui entourent Victoria vers le milieu des années 1800.

Dans le contexte du nouveau cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution de Pêches et Océans Canada (MPO), Gestion des pêches du MPO a demandé que l'on formule un avis sur l'état du stock actuel et sur les rendements potentiels dans les quatre unités de gestion de la morue-lingue des eaux extérieures de la Colombie-Britannique (figure 1).

Le présent avis scientifique découle du processus de consultation scientifique régional mené par le Secrétariat canadien de consultation scientifique de Pêches et Océans Canada. D'autres publications résultant de ce processus seront affichées au fur et à mesure qu'elles seront disponibles dans le calendrier des avis scientifiques du MPO, à l'adresse http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/index-fra.htm.

SOMMAIRE

- La morue-lingue (*Ophiodon elongatus*) représente une proportion importante des prises dans les pêches commerciales et sportives au poisson de fond au large de la Colombie-Britannique, au Canada. L'espèce est principalement exploitée par chalutage, mais également par la pêche à la ligne, y compris la palangrotte, la palangre et la ligne traînante. Elle affiche une longue histoire d'exploitation à des fins alimentaires, qui a débuté chez les Premières nations il y a 5 000 ans, et l'on sait qu'elle a été pêchée par les premiers colons dans les eaux côtières qui entourent Victoria vers le milieu des années 1800. Les données sur les prises sont disponibles à partir de 1927.

- Dans les eaux extérieures de la Colombie-Britannique, les populations de morues-lingues sont évaluées et gérées selon quatre unités distinctes fondées sur les zones statistiques du MPO : sud-ouest de l'île de Vancouver (zone 3C), nord-ouest de l'île de Vancouver (zone 3D), détroit de la Reine-Charlotte (zones 5A et 5B) ainsi que détroit d'Hécate et côte ouest de Haida Gwaii (zones 5C, 5D et 5E).

- Nous avons utilisé un modèle bayésien de production excédentaire pour évaluer l'état du stock de morues-lingues dans chacune des quatre zones d'évaluation. Les données d'entrée incluaient au moins trois indices de l'abondance relative (relevé au chalut ou prises par unité d'effort [PUE]) (avec les coefficients de variation) et la distribution *a priori* des probabilités pour les paramètres estimés. On a utilisé les estimations des paramètres propres à une zone donnée relatifs au taux de croissance intrinsèque (r) et à la capacité biotique (K) pour calculer les paramètres de gestion comme le rendement maximal soutenu (RMS), le taux de mortalité optimal dans les pêches au RMS (F_{RMS}) et la taille optimale du stock au RMS (F_{RMS}). Nous avons effectué une projection sur cinq ans au moyen du modèle d'évaluation selon un éventail de nouvelles politiques concernant les prises constantes (p. ex. niveaux des totaux autorisés des captures) afin de produire des tables de décision pour chaque zone d'évaluation. Des analyses de sensibilité ont été menées pour permettre l'évaluation des effets de différentes hypothèses d'évaluation des stocks sur les résultats.

- Pour la zone 3C, la médiane de la distribution *a posteriori* estimée pour B_{2010} s'établit à 111 % de B_{RMS}, ce qui indique que ce stock se trouve fort vraisemblablement dans la zone saine. Davantage d'incertitudes existent quant aux estimations de l'état du stock pour la zone 3C par comparaison avec les autres zones, car la probabilité que B_{2010} se trouve dans la zone saine n'est que de 67 % et la probabilité que B_{2010} se trouve dans la zone critique est de 10 %.

- Pour la zone 3D, la médiane de la distribution *a posteriori* estimée pour B_{2010} s'établit à 156 % de B_{RMS}, ce qui indique que ce stock se trouve fort vraisemblablement dans la zone saine. Nous avons une grande confiance que le stock de la zone 3D soit « sain », car la probabilité que B_{2010} se trouve dans la zone saine est de 95 % et la probabilité que B_{2010} se trouve dans la zone critique est de moins de 1 %.

- Pour les zones 5AB, la médiane de la distribution *a posteriori* estimée pour B_{2010} s'établit à 113 % de B_{RMS}, ce qui indique que ce stock se trouve fort vraisemblablement dans la zone saine. Davantage d'incertitudes existent quant aux estimations de l'état du stock pour les zones 5AB par comparaison avec les zones 3D et 5CDE, car la probabilité que B_{2010}, se trouve dans la zone saine n'est que de 67 % et la probabilité que B_{2010} se trouve dans la zone critique est de 5 %.

- Pour les zones 5CDE, la médiane de la distribution *a posteriori* estimée pour B_{2010} s'établit à 146 % de B_{RMS}, ce qui indique que ce stock se trouve fort vraisemblablement dans la zone saine. Nous avons une grande confiance que le stock des zones 5CDE soit « sain », car la probabilité que B_{2010} se trouve dans la zone saine est de 88 % et la probabilité que B_{2010} se trouve dans la zone critique est de moins de 1 %.

INTRODUCTION

Biologie

La morue-lingue est une espèce endémique de la côte ouest de l'Amérique du Nord. Son aire de répartition couvre les eaux littorales depuis la Californie jusqu'en Alaska, le centre de son abondance se trouvant au large de la côte de la Colombie-Britannique. On peut observer la morue-lingue sur le fond, à des profondeurs oscillant entre 300 et 400 m, mais la plupart des individus occupent des zones rocheuses à des profondeurs allant de 10 à 100 m. Des études de marquage ont montré que la morue-lingue était essentiellement non migratoire, et l'on estime que plusieurs stocks existent vraisemblablement en Colombie-Britannique. Cependant, la délimitation des zones fréquentées par ces stocks n'est pas clairement établie. Les populations de morues-lingues en Colombie-Britannique sont évaluées et gérées selon cinq unités distinctes fondées sur les zones statistiques du MPO. Ces unités comprennent le stock du détroit de Georgia (zone 4B), qui se trouve dans des eaux intérieures, et les quatre stocks des eaux extérieures évalués dans le présent document.

La morue-lingue a une durée de vie maximale d'environ 20 ans pour la femelle et 14 ans pour le mâle, la taille maximale étant d'environ 120 et 90 cm respectivement. Les femelles et les mâles atteignent la maturité sexuelle entre 3 et 5 ans (61-75 cm) et à l'âge de 2 ans (50 cm) respectivement. Le frai a lieu entre décembre et mars. Les femelles déposent leurs œufs dans des nids que les mâles protègent activement jusqu'à l'éclosion, qui a lieu à la mi-mars ou en avril. Les larves sont pélagiques jusqu'à la fin de mai ou le début de juin, lorsqu'elles s'établissent au fond en tant que juvéniles. On peut observer des juvéniles dans des zones de fond plat qui ne sont pas des habitats habituellement utilisés par les poissons plus âgés. Par la suite, ces juvéniles s'établissent dans des habitats affichant un relief et des substrats semblables aux habitats de prédilection des vieilles morues, mais demeurent à de plus faibles profondeurs durant plusieurs années. En général, la dispersion des juvéniles est spatialement limitée, la colonisation et le recrutement ayant lieu dans des zones localisées uniquement. Les morues-lingues commencent à être recrutées dans la pêche commerciale à l'âge 2 et sont recrutées en totalité à l'âge 6.

Rôle dans l'écosystème

Les morues-lingues sont des prédateurs bien adaptés qui ont la capacité d'ouvrir largement leur bouche, ce qui leur permet de consommer un vaste éventail d'espèces de proies. On estime que, dans les eaux de la Colombie-Britannique, les morues-lingues se nourrissent en très grande partie de harengs du Pacifique et de merlus du Chili. Toutefois, on les a déjà vues se nourrir de poissons plats, de sébastes, de morues charbonnières, de morues, de saumons, de crabes, de crevettes, de calmars et de poulpes (Cass *et al.*, 1990). Dans une étude récente menée sur les îles San Juan de l'État de Washington, des chercheurs ont découvert que la composition du régime de la morue-lingue variait fortement, aucune espèce particulière ne dominant la composition des proies (Beaudreau et Essington, 2007). L'un des résultats importants de cette étude, qui devrait avoir des répercussions sur la modélisation de la

dynamique des populations de morues-lingues, est le fait qu'il existe un certain cannibalisme chez cette espèce à l'état sauvage. Des mammifères marins comme les otaries et les phoques communs sont vraisemblablement les principaux prédateurs de la morue-lingue, une fois que celle-ci a dépassé les stades de larves et de juvéniles précoces (Cass *et al.*, 1990).

Pêche

La pêche commerciale à la morue-lingue en Colombie-Britannique a débuté aux alentours des années 1860 (Cass *et al.*, 1990). Entre les années 1900 et 1940, la morue-lingue a été classée au quatrième rang des espèces d'importance commerciale, après le saumon, le hareng du Pacifique et la sardine du Pacifique, et représentait la principale source de poisson frais sur les marchés locaux tout au long de l'année (Cass *et al.*, 1990). Avant les années 1940, la pêche en Colombie-Britannique était dominée par la pêche à la ligne dans le détroit de Georgia. Dans les années 1940, la plupart des zones se trouvant au large de la côte de la Colombie-Britannique étaient exploitées par la pêche au chalut et, depuis les années 1960, les débarquements de la pêche au chalut ont prédominé (figure 2). Les prises totales le long de la côte sont demeurées stables, aux alentours de 2 400 tonnes, depuis l'an 2000 (figure 2). Pour la saison de pêche de 2009-2010, une limite de taille de 65 cm a été imposée pour toutes les morues-lingues retenues dans les pêches commerciales et capturées dans les pêches sportives dans les zones 3C, 3D et 5A. Une fermeture hivernale (du 16 novembre au 31 mars) était en vigueur pour les pêches commerciales à la ligne tout au long de la côte et pour les pêches sportives dans les zones 3C, 3D et 5A. Les totaux autorisés des captures (TAC) étaient de 950 tonnes dans la zone 3C, de 400 tonnes dans la zone 3D, de 1 062 tonnes dans les zones 5AB et de 1 000 tonnes dans les zones 5CDE.

ÉVALUATION

Sources de renseignements

Nous disposions de données sur les prises pour la période s'échelonnant de 1927 à 2009, lesquelles ont servi de données d'entrée dans les modèles d'évaluation des stocks et représentaient tant les prises de la pêche commerciale que celles de la pêche sportive. Les données sur les prises commerciales comprenaient à la fois les données recueillies au cours de la pêche à la ligne et celles recueillies par chalutage. Des estimations des prises de la pêche sportive sont disponibles auprès des responsables des programmes de pose de nasses qui ont débuté au début des années 1980. Les indices de l'abondance dépendants des pêches ont été dérivés des taux de prises dans la pêche commerciale au chalut (prises par unité d'effort [PUE]). Les indices des PUE dans la pêche commerciale ont été normalisés au moyen d'un modèle linéaire généralisé (MLG) pas à pas pour chacune des zones de gestion. Des analyses reposant sur le MLG propres à chaque zone ont été exécutées pour trois différentes périodes : 1) début de la série (1954-1966); 2) période s'échelonnant de 1991 à 1995; 3) période s'échelonnant de 1996 à 2010, des paramètres de capturabilité distincts étant estimés pour chaque série chronologique. Ces périodes de temps ont été choisies de manière à réduire les effets de confusion associés aux changements touchant les pêches au poisson de fond réalisées en 1991 et en 1996 sur les indices annuels des PUE. Des indices de l'abondance indépendants des pêches étaient disponibles grâce à plusieurs relevés scientifiques, y compris les relevés synoptiques au chalut récents des poissons de fond, le relevé au chalut plurispécifique dans le détroit d'Hécate ainsi que deux relevés au chalut ciblant la crevette et le relevé triennal mené par les États-Unis.

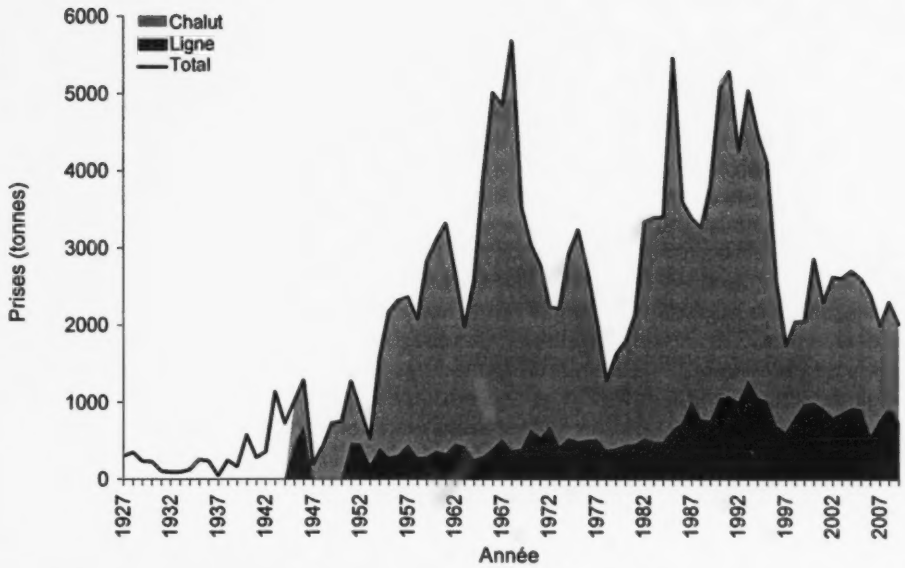

Figure 2. Pêche côtière à la ligne et au chalut et prises totales (tonnes) de la pêche commerciale à la morue-lingue dans les eaux extérieures de la Colombie-Britannique. Les prises de la pêche à la ligne et celles de la pêche au chalut sont montrées par les zones empilées.

Trois séries de paramètres biologiques afférents aux stocks de morues-lingues dans chaque zone ont été estimées à l'extérieur du modèle d'évaluation : i) estimation des paramètres de croissance reposant sur les données de la longueur selon l'âge; ii) estimation d'une fonction relative à la maturité; iii) estimation d'une relation entre la longueur et le poids. Les paramètres qui ont fait suite à des estimations ont été utilisés comme données d'entrée dans une analyse démographique visant l'élaboration de distributions informatives *a priori* particulières à chaque zone pour un taux de croissance intrinsèque *r*. On a ensuite utilisé ces distributions *a priori* pour ajuster le modèle d'évaluation aux données.

Tendances affichées par les stock

Les modèles bayésiens de production excédentaire ont permis, pour chaque zone d'évaluation, d'étendre les analyses antérieurement présentées par Cuif *et al.* (2009) grâce à l'utilisation d'une approche de modélisation état-espace qui permet de tolérer des écarts par rapport aux prévisions calculées par le modèle (c.-à-d. une variabilité aléatoire) pour i) les données (p. ex. indices de l'abondance ou de la biomasse) et ii) les états non observés du système d'intérêt (p. ex. biomasse annuelle réelle) (Millar et Meyer, 2000). Les données d'entrée requises étaient les taux de prises et au moins un indice de l'abondance (PUE ou relevé au chalut), accompagnés de coefficients de variation (CV). Parmi les paramètres estimés figuraient la capacité biotique (*K*), le taux intrinsèque de croissance de la population (*r*), le rapport entre la biomasse en 1927 (c.-à-d. la première année pour laquelle on dispose de données) et *K*, la biomasse du stock de reproducteurs non exploitée au point d'équilibre, les paramètres de la variance pour chaque indice de l'abondance et les paramètres de la capturabilité connexes (*q*)

pour chaque indice de l'abondance. Les distributions des probabilités *a priori* ont été précisées pour tous les paramètres estimés.

Pour chacune des quatre zones d'évaluation de la morue-lingue en Colombie-Britannique, on a établi un cas de référence pour lequel toutes les données d'entrée, les hypothèses et les paramètres étaient formulés en fonction de la meilleure information et du meilleur jugement scientifique disponibles. Tous les indices de l'abondance disponibles ont été inclus dans les modélisations de référence. Les distributions *a priori* étaient soit estimées directement à partir des données (p. ex. distributions informatives *a priori* des taux de croissance intrinsèques), soit reposaient sur des moyennes fixées *a priori* à des valeurs tirées de la littérature scientifique (p. ex. distribution informative *a priori* sur le taux d'augmentation de la capturabilité dans les pêches au fil du temps).

Les médianes des distributions estimées *a posteriori* à partir de la modélisation de référence sont utilisées pour caractériser à la fois la biomasse (figure 3) – pour ce qui est des tendances affichées par le stock – et le rapport entre la biomasse en 2010 et B_{RMS} (figure 4) – pour ce qui est de l'état actuel. Dans la zone 3C, la biomasse du stock était relativement stable entre 1927 et 1955 et a décliné par la suite jusqu'en 2010, avec deux petites remontées au milieu des années 1980 et au milieu des années 2000 (figure 3). Dans l'ensemble, la biomasse du stock a affiché un déclin de 45 % par rapport au niveau qu'elle affichait en 1927 (figure 3, tableau 1). Dans la zone 3D, la biomasse du stock a affiché un déclin de 22 % par rapport à son niveau de 1927 (figure 3, tableau 1). Les estimations dérivées du modèle montrent des périodes d'augmentation et de diminution de la biomasse depuis la fin des années 1960, où les estimations de la biomasse affichaient des niveaux élevés historiques (figure 3). La biomasse a ensuite décliné entre 1970 et le milieu des années 1980, puis s'est accrue jusqu'en 2003 (figure 3). Depuis 2003, la biomasse a décliné, et l'on estime actuellement qu'elle a atteint un creux historique. Dans les zones 5AB, la biomasse du stock a affiché un déclin de 44 % depuis 1927 (figure 3, tableau 1). Elle s'est effondrée entre le milieu des années 1960 et la fin des années 1970, puis s'est quelque peu rétablie dans les années 1980 (figure 3). Depuis le milieu des années 1980, la biomasse a décliné de façon régulière pour atteindre un creux historique en 2010. Dans les zones 5CDE, la biomasse du stock a affiché un déclin de 28 % par rapport à la biomasse initiale de 1927 (figure 3, tableau 1). On estime que les changements de la biomasse de ce stock au fil du temps sont relativement mineurs (figure 3). Dans l'ensemble, le stock semble être demeuré stable entre 1927 et 1970, a décliné jusqu'en 1980, a augmenté jusqu'en 1990 et a continué de décliner depuis lors.

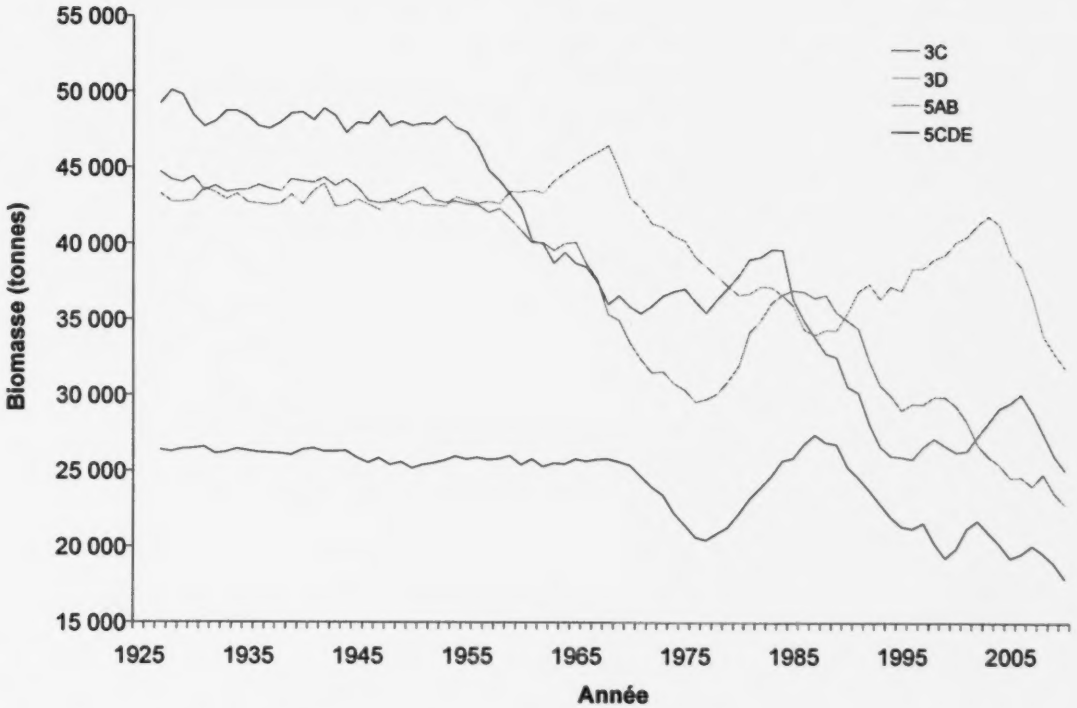

Figure 3. Estimation de la médiane de la biomasse du stock (t) de 1927 à 2010 pour chaque zone d'évaluation d'après les résultats des analyses de référence.

État actuel

L'évaluation de l'état actuel du stock est fondée sur le Cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution (MPO, 2009), qui contient la définition de trois zones d'état des stocks (zone saine, zone de prudence et zone critique) qui reposent sur deux points de référence : un point de référence supérieur (PRS) (biomasse = 80 % de B_{RMS}), qui définit la limite entre la zone saine et la zone de prudence (figure 4), et un point de référence limite (PRL) (biomasse = 40 % de B_{RMS}), qui définit la limite entre la zone de prudence et la zone critique (figure 4). On y a aussi inclus l'état du stock relatif à B_{RMS} en tant que point de référence cible (PRC).

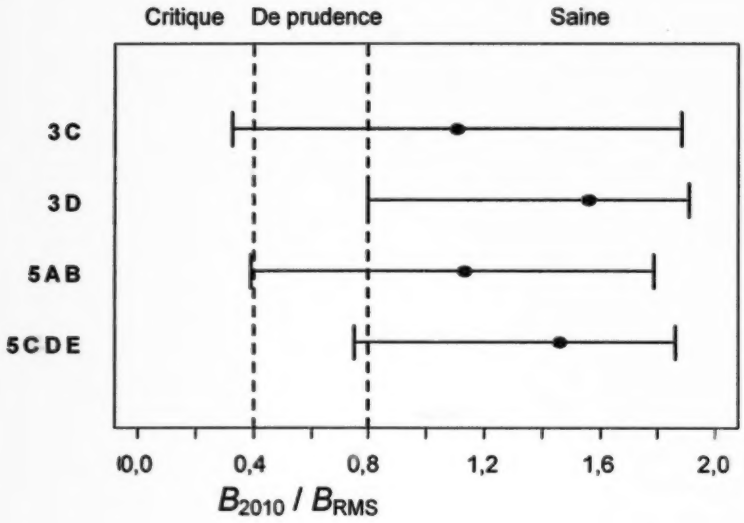

Figure 4. État actuel du stock (représenté comme étant le ratio de B_{2010} par rapport à B_{RMS}) relativement au point de référence limite et au point de référence supérieur pour chacune des quatre unités d'évaluation de la morue-lingue dans les eaux extérieures de la Colombie-Britannique. Les points indiquent la médiane a posteriori *du ratio de B_{2010} par rapport à B_{RMS}, et les barres d'erreur correspondent aux intervalles de 90 % de probabilité associés à ce ratio. Les lignes verticales hachurées correspondent au point de référence limite (0,4 B_{RMS}) et au point de référence supérieur (0,8 B_{RMS}). Les trois zones d'état des stocks définies par ces points de référence (zone saine, zone de prudence et zone critique) sont indiquées dans la portion supérieure de la figure.*

Les quatre zones d'évaluation se situent fort vraisemblablement dans la zone saine (c.-à-d. que la biomasse actuelle est supérieure à 80 % de B_{RMS}; figure 4; tableau 1). L'incertitude quant à l'état actuel du stock relatif au PRS et au PRL est quantifiée en tant que probabilité (P) que B_{2010} se situe dans la zone saine [$P(B_{2010} > 0{,}8\ B_{RMS})$] et que B_{2010} soit supérieur à la zone critique [$P(B_{2010} > 0{,}4\ B_{RMS})$]. Ces probabilités reposent sur des distributions *a posteriori* du modèle, qui, dans certains cas, étaient très asymétriques ou affichaient plus d'un mode. Il existe une plus grande incertitude quant aux estimations de l'état du stock dans les zones 3C et 5AB comparativement aux calculs équivalents qui ont été effectués pour les zones 3D et 5CDE.

Tableau 1. Indicateurs de l'état du stock de morue-lingue dans chaque zone d'évaluation d'après les estimations de la médiane des paramètres a posteriori du modèle. Les deux quantiles estimés représentent la probabilité que la biomasse en 2010 se situe dans la zone saine [$P(B_{2010} > 0{,}8\ B_{RMS})$] et la probabilité que la biomasse en 2010 soit supérieure à la zone critique [$P(B_{2010} > 0{,}4\ B_{RMS})$]. Toutes les valeurs de la biomasse et du rendement sont exprimées en tonnes.

								Quantiles estimés	
Zone	RMS	B_{RMS}	B_{2010}	B_{2010}/B_{1927}	B_{2010}/B_{RMS}	0,8 B_{RMS}	0,4 B_{RMS}	$P(B_{2010}>0{,}8\ B_{RMS})$	$P(B_{2010}>0{,}4\ B_{RMS})$
3C	1 390	25 217	25 083	0,55	1,106	20 174	10 087	0,67	0,90
3D	1 888	22 068	31 869	0,78	1,56	17 654	8 827	0,95	> 0,99
5AB	1 283	22 058	22 824	0,56	1,13	17 646	8 823	0,67	0,95
5CDE	1 091	13 658	17 929	0,72	1,46	10 926	5 463	0,88	> 0,99

Sources d'incertitude

On a supposé que les séries chronologiques des PUE commerciales associées à chaque zone d'évaluation étaient proportionnelles à la biomasse vulnérable de la morue-lingue dans chaque zone (c.-à-d. qu'on suppose qu'elles constituent des indices de l'abondance relative). Les PUE commerciales permettent de faire un suivi de l'abondance, mais elles sont aussi sujettes à l'hyperstabilité (Hilborn et Walters, 1992). L'ajout de l'hyperstabilité comme paramètre au modèle n'améliorait pas la qualité de l'ajustement aux données disponibles de ces quatre modèles; par conséquent, peu de données laissaient sous-entendre que l'hyperstabilité était préoccupante.

On a utilisé les relevés de recherche au chalut en tant qu'indices de l'abondance indépendants de la pêche, en supposant également que ces indices étaient proportionnels à la biomasse de la morue-lingue. Plusieurs des relevés affichaient une variabilité interannuelle élevée dans les estimations de la biomasse de la morue-lingue et, dans certains cas, les coefficients de variation (CV) associés à la valeur de l'indice étaient supérieurs à 0,80. Ces observations laissent entendre que les relevés au chalut ne permettent pas de bien surveiller cette espèce. Une pondération itérative s'est traduite par une diminution de l'incidence des indices annuels associés à des CV élevés, de façon à ce que les séries chronologiques de relevés ou les différents points de données associés à une variabilité élevée aient relativement moins d'incidence sur les estimations de la biomasse. Cependant, malgré la nouvelle pondération, l'inclusion de plusieurs séries chronologiques sur l'abondance, lesquelles affichent souvent des tendances divergentes et une variabilité interannuelle élevée, s'est traduite par une grande incertitude générale dans les estimations de la biomasse.

Le relevé de recherche au chalut à la crevette mené dans la zone 3C a affiché la plus importante variabilité interannuelle et le CV annuel le plus élevé, ce qui semble indiquer qu'il s'agit d'un indice incertain de l'abondance de la morue-lingue. Toutefois, de 1975 à 1990, les prises et les PUE commerciales de morue-lingue ont augmenté et, en raison de ces prises élevées, on peut prévoir un déclin de l'abondance et des PUE. Le relevé de recherche au chalut à la crevette a été le seul relevé indépendant de la pêche mené dans la zone 3C entre 1975 et 1990, et les PUE dérivées du relevé ont indiqué un déclin au cours de cette période. Ce déclin dans le relevé au chalut à la crevette était considéré comme étant plus crédible et a servi à soutenir l'hypothèse d'un glissement technologique permettant d'expliquer l'augmentation des PUE des pêches commerciales durant cette période. Une autre hypothèse concernant cette hausse de l'abondance (c.-à-d. la hausse des PUE commerciales) qui a été observée malgré les importants prélèvements (c.-à-d. les prises) supposerait l'existence d'impacts climatiques (p. ex. oscillation décennale du Pacifique) à l'échelle du bassin hydrographique touchant le recrutement. Les PUE commerciales ont commencé à augmenter vers le début des

années 1980, et cela pourrait avoir un lien avec les fortes classes d'âge de la fin des années 1970 qui ont été recrutées à la pêche (à l'âge 3 ou 4). Le changement du régime climatique observé en 1977 (Mantua *et al.*, 1997) a coïncidé avec l'apparition d'une forte classe d'âge chez plusieurs espèces de poisson, y compris les poissons de fond, de la Californie jusqu'à l'Alaska (King, 2005).

Après qu'on a observé que les indices normalisés des PUE de la pêche commerciale au chalut ont affiché une tendance à la hausse durant une période où les prélèvements totaux augmentaient aussi, on a supposé que la capacité de capture de la pêche commerciale au chalut ciblant la morue-lingue augmentait de façon linéaire au fil du temps. On a utilisé un paramètre relatif au glissement technologique (*tech)* afin de représenter cette hausse systématique de la capacité de capture. Les changements spatiotemporels de la capturabilité peuvent découler de différents facteurs, dont l'augmentation occasionnelle de la puissance des moteurs des navires à l'échelle de la flottille, les améliorations touchant la technologie des engins, l'amélioration de l'équipement de navigation, l'adoption d'appareils de sonar améliorés afin de mieux cibler les espèces cibles et leurs habitats, le contrôle accru du capitaine sur la profondeur des engins ainsi que l'amélioration des connaissances sur les périodes et les endroits idéaux pour capturer des espèces d'intérêt. La présente évaluation repose sur une valeur informative *a priori* pour le paramètre *tech* (augmentation de 2 % par an) qui est dérivée d'un examen de la littérature. Les analyses de sensibilité ont révélé que les estimations de l'état actuel du stock et les résultats des projections étaient très sensibles aux changements relativement petits observés dans la valeur moyenne *a priori* du paramètre *tech.* Étant donné l'importante variabilité touchant les données sur les tendances du stock et la grande incertitude associée au paramètre *tech,* les vastes distributions *a posteriori* de l'état des stocks dans les quatre zones d'évaluation sont crédibles.

CONCLUSIONS ET AVIS

Le tableau 2 illustre les tables de décision fondées sur des projections du stock s'échelonnant sur cinq ans pour chaque zone d'évaluation. Les politiques relatives à l'instauration d'un TAC constant prescrivent un TAC de 500 à 3 000 tonnes, selon la zone. On a envisagé l'adoption de politiques établissant des TAC plus élevés pour les zones 3D et 5CDE, car l'estimation du ratio de la biomasse actuelle par rapport à B_{RMS} était élevée dans ces zones.

On a prévu que la valeur médiane *a posteriori* de la biomasse dans la zone 3D demeurerait dans la zone saine (B_{2016} / B_{RMS} > 0,8) au TAC le plus élevé parmi ceux qui ont été envisagés (4 500 tonnes). On a prévu que la valeur médiane *a posteriori* dans les zones 3C, 5AB et 5CDE demeurerait dans la zone saine à des TAC allant de 2 000 à 2 500 tonnes. Les projections étaient incertaines pour toutes les zones. À un TAC constant de 2 000 tonnes, la probabilité que chaque stock se situe dans la zone critique (calculée de la façon suivante : 1 – $P(B_{2016} > 0{,}4\ B_{RMS})$) en 2016 allait de 9 % pour la zone 3D à 33 % pour la zone 5AB.

Les résultats des projections étaient les plus incertains pour les zones 3C et 5AB. En ce qui concerne la zone 3C, un TAC établi à 1 000 tonnes (ce qui est inférieur à l'estimation du RSM médian de 1 390 tonnes; tableau 1) se traduisait par une probabilité de seulement 62 % que B_{2016} se situe dans la zone saine et par une probabilité de 17 % que B_{2016} se situe dans la zone critique. Si on n'autorisait aucune prise annuelle pour cette zone (TAC = 0), on obtenait tout de même une probabilité de 6 % que B_{2016} se situe dans la zone critique. Pour la zone 5AB, un TAC établi à 1 000 tonnes (ce qui est inférieur à l'estimation du RSM médian de 1 283 tonnes; tableau 1) se traduisait par une probabilité de 61 % que B_{2016} se situe dans la zone saine, mais par une probabilité de 17 % qu'elle se situe dans la zone critique.

Tableau 2. Table de décision présentant la valeur médiane estimée a posteriori *de la biomasse après cinq ans (B_{2016}) en lien avec la biomasse cible (B_{RMS}) à différents niveaux constants de totaux autorisés des captures (TAC) annuels. Les probabilités (P) sont présentées pour quatre indicateurs de l'état des stocks : B_{2016} est supérieur au point de référence limite (40 % de B_{RMS}), B_{2016} est supérieur au point de référence supérieur (80 % de B_{RMS}), B_{2016} est supérieur au point de référence cible de B_{RMS} et B_{2016} est supérieur à la biomasse actuelle (B_{2010}).*

TAC (tonnes)	B_{2016}/B_{RMS}	$P(B_{2016} > 0,4\ B_{RMS})$	$P(B_{2016} > 0,8\ B_{RMS})$	$P(B_{2016} > B_{RMS})$	$P(B_{2016} > B_{2010})$
Zone 3C					
0	1,20	0,94	0,73	0,61	0,69
500	1,15	0,89	0,69	0,57	0,57
1 000	1,07	0,83	0,62	0,53	0,37
1 500	0,97	0,76	0,58	0,48	0,24
2 000	0,90	0,71	0,54	0,42	0,18
2 500	0,79	0,66	0,50	0,39	0,12
3 000	0,70	0,61	0,45	0,36	0,08
Zone 3D					
0	1,60	1,00	0,95	0,91	0,58
500	1,55	0,99	0,93	0,89	0,49
1 000	1,46	0,97	0,91	0,85	0,36
1 500	1,36	0,94	0,87	0,76	0,27
2 000	1,27	0,91	0,79	0,69	0,21
2 500	1,17	0,88	0,73	0,61	0,16
3 000	1,08	0,84	0,67	0,55	0,11
3 500	0,99	0,76	0,61	0,49	0,08
4 000	0,89	0,72	0,55	0,44	0,06
4 500	0,80	0,67	0,50	0,39	0,04
Zone 5AB					
0	1,19	0,98	0,77	0,63	0,71
500	1,12	0,93	0,69	0,57	0,55
1 000	1,02	0,83	0,61	0,51	0,35
1 500	0,93	0,75	0,55	0,46	0,23
2 000	0,83	0,67	0,51	0,42	0,16
2 500	0,71	0,63	0,47	0,37	0,12
3 000	0,61	0,57	0,43	0,34	0,09
Zone 5CDE					
0	1,50	1,00	0,93	0,87	0,64
500	1,39	0,97	0,84	0,74	0,41
1 000	1,24	0,86	0,73	0,65	0,22
1 500	1,09	0,77	0,64	0,55	0,14
2 000	0,94	0,70	0,56	0,48	0,10
2 500	0,78	0,62	0,49	0,41	0,07
3 000	0,61	0,55	0,44	0,36	0,05
3 500	0,41	0,50	0,39	0,32	0,04
4 000	0,23	0,47	0,35	0,28	0,03
4 500	0,06	0,43	0,32	0,24	0,02

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique fait suite à un processus de consultation scientifique régional du Secrétariat canadien de consultation scientifique de Pêches et Océans Canada qui a eu lieu les 7 et 8 avril 2011 et qui portait sur l'examen des évaluations des stocks des eaux extérieures de morues-lingues et des stocks des eaux intérieures de sébastes aux yeux jaunes en Colombie-Britannique. D'autres documents découlant de ce processus seront publiés, dès qu'ils seront disponibles, dans le calendrier des avis scientifiques du MPO, à http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/index-fra.htm.

Beaudreau, A.H., et T.E. Essington. 2007. Spatial, Temporal, and Ontogenetic Patterns of Predation on Rockfishes by Lingcod. Transactions of the American Fisheries Society, 136: 1438–1452.

Cass, A.J., Beamish, R.J., et G.A. McFarlane. 1990. Lingcod (*Ophiodon elongatus*). Publ. spéc. can. sci. halieut. aquat. 109: 40 p.

Cuif, M., McAllister, M., et J.R. King. 2009. Development of a surplus production model applicable to British Columbia offshore stocks of lingcod (*Ophiodon elongatus*). Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2861. xii + 72 p.

Hilborn, R., et C.J. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, Londres (Royaume-Uni). 570 p.

King, J.R. (éd.) 2005. Report of the Study Group on Fisheries and Ecosystem Responses to Recent Regime Shifts. PICES Scientific Report No. 28, 162 p.

King, J.R., et A.M Surry. 2000. Lingcod stock assessment and recommended yield options for 2001. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2000/164. 50 p.

Mantua, N.J., Hare, S.R., Zhang, Y., Wallace J.M, et R.C. Francis. 1997. A Pacific inter-decadal climate oscillation with impacts on salmon production. Bull. Am. Meteor. Soc. 78: 1069-1079.

Millar, R.B., et R. Meyer. 2000. Non-linear state space modeling of fisheries biomass dynamics by using Hastings–Metropolis within-Gibbs sampling. Appl. Stat., 49: 327–342.

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

Communiquer avec : Jacquelynne King, Ph. D.
Station biologique du Pacifique
Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7
Téléphone : 1-250-756-7176
Télécopieur : 1-250-756-7053
Courriel : Jackie.King@dfo-mpo.gc.ca

Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
Station biologique du Pacifique
3190, route Hammond Bay
Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Téléphone : 250-756-7208
Télécopieur : 250-756-7209
Courriel : CSAP@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs

ISSN 1919-5109 (imprimé)
ISSN 1919-5117 (en ligne)
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2011

An English version is available upon request at the above address.

LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT :

MPO, 2012. Évaluation du stock de morues-lingues (*Ophiodon Elongatus*) et avis sur le rendement du stock dans les eaux extérieures de la Colombie-Britannique. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2011/051.